

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

S1 1 PN=JP 11111606  
?t sl/5/1

1/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012512979 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1999-319085/ 199927

XRAM Acc No: C99-094150

XRPX Acc No: N99-239301

**Optical unit of pattern exposure system - has titanium oxide film formed on partial surface of optical unit**

Patent Assignee: CANON KK (CANO ); KATO H (KATO-I); MAEHARA H (MAEH-I)

Inventor: KATO H; MAEHARA H

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 11111606	A	19990423	JP 97282995	A	19970930	199927 B
US 20010043320	A1	20011122	US 98159775	A	19980924	200176

Priority Applications (No Type Date): JP 97282995 A 19970930

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 11111606	A	10		H01L-021/027	
US 20010043320	A1			G03B-027/54	

Abstract (Basic): JP 11111606 A

NOVELTY - Light from the source is radiated onto the pattern formed on reticle through optical unit (2). Partial section of the optical unit is coated with titanium oxide.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for the manufacturing method of semiconductor device.

USE - For pattern exposure system used in manufacture of semiconductor device e.g. IC, LSI circuit, liquid crystal display, magnetic head, CCD.

ADVANTAGE - Adhesion of harmful material in lens or prism or mirror surface is prevented, by providing titanium oxide film.

DESCRIPTION OF DRAWING - The figure shows the outline of semiconductor device using the exposure system. (2) Optical unit.

Dwg.1/6

Title Terms: OPTICAL; UNIT; PATTERN; EXPOSE; SYSTEM; TITANIUM; OXIDE; FILM; FORMING; SURFACE; OPTICAL; UNIT

Derwent Class: G06; L03; P82; P84; U11; U12; V08

International Patent Class (Main): G03B-027/54; H01L-021/027

International Patent Class (Additional): G03F-007/20; H01L-031/0264;

H01S-003/00

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-111606

(43)公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

H 0 1 L 31/0264

H 0 1 S 3/00

5 2 1

F I

H 0 1 L 21/30

G 0 3 F 7/20

H 0 1 S 3/00

H 0 1 L 21/30

31/08

5 2 7

5 2 1

B

5 1 5 D

M

審査請求 未請求 請求項の数31 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-282995

(22)出願日 平成9年(1997) 9月30日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 加藤 日出夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 前原 広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

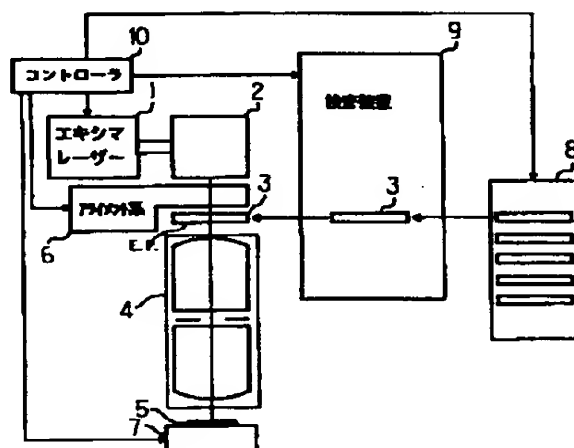
(74)代理人 弁理士 高栗 幸雄

(54)【発明の名称】 露光装置及びデバイスの製造方法

(57)【要約】

【課題】 酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) 膜を部材の表面に設け、該表面への汚染物質の付着防止や堆積防止を図った露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を得ること。

【解決手段】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板面上に投影し露光する投影露光装置において、該投影露光装置を構成する一部の部材の表面に酸化チタン膜を設けていること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明する照明装置において、該照明系を構成する一部の部材の表面に酸化チタン膜を設けていることを特徴とする照明装置。

【請求項2】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明する照明装置において、該光源から該被照射面に至る光路中に設けた複数の光学部材のうちの少なくとも一部の光学部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴とする照明装置。

【請求項3】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明する照明装置において、該光源から該被照射面に至る光路中に設けた光学部材を保持する保持部材のうちの少なくとも一部の保持部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴とする照明装置。

【請求項4】 前記光源は紫外光を放射しており、前記酸化チタン膜の該紫外光の吸収によって生ずる光導電及び光触媒作用等の光半導体としての作用により該酸化チタン膜を設けた部材表面に塵や埃そして空気中の有害物質等が付着し汚染されるのを防止していることを特徴とする請求項1、2又は3の照明装置。

【請求項5】 前記一部の部材は絞り、シャッター、鏡筒部材のうちの少なくとも1つであることを特徴とする請求項1の照明装置。

【請求項6】 前記部材は、レンズ、ミラー、プリズム、フィルター、拡散板、回折光学素子、オプティカルインテグレータ、のうちの少なくとも一部であることを特徴とする請求項1又は2の照明装置。

【請求項7】 前記光学部材は回折光学素子を利用した回折光学レンズ、又はミラーであることを特徴とする請求項2の照明装置。

【請求項8】 前記酸化チタン膜は前記光学部材の表面のうち光が通過する領域のうちの一部の領域に設けられていることを特徴とする請求項2の照明装置。

【請求項9】 前記酸化チタン膜の膜厚は10nm～100nmであることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項記載の照明装置。

【請求項10】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを基板面上に露光する露光装置において、該露光装置を構成する一部の部材の表面に酸化チタン膜を設けていることを特徴とする露光装置。

【請求項11】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを基板面上に露光する露光装置において、該光源から該基板面に至る光路中に設けた複数の光学部材のうちの少なくとも一部の光学部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴とする露光装置。

【請求項12】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを基板面上に露光する露光装置において、該光源から該基板面に至る光路中に設けた光学部材を保持する保持部材のうちの少なくとも一部の保持部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴とする露光装置。

【請求項13】 前記光源は紫外光を放射しており、前記酸化チタン膜の該紫外光の吸収によって生ずる光導電及び光触媒作用等の光半導体としての作用により該酸化チタン膜を設けた部材表面に塵や埃そして空気中の有害物質等が付着し汚染されるのを防止していることを特徴とする請求項10、11又は12の露光装置。

【請求項14】 前記一部の部材は絞り、シャッター、鏡筒部材のうちの少なくとも1つであることを特徴とする請求項10の露光装置。

【請求項15】 前記光学部材は、レンズ、ミラー、プリズム、フィルター、拡散板、回折光学素子、オプティカルインテグレータ、のうちの少なくとも一部であることを特徴とする請求項11の露光装置。

【請求項16】 前記光学部材は回折光学素子を利用した回折光学レンズ、又はミラーであることを特徴とする請求項11の露光装置。

【請求項17】 前記酸化チタン膜は前記光学部材の表面のうち光が通過する領域のうちの一部の領域に設けられていることを特徴とする請求項11の露光装置。

【請求項18】 前記被照射面上のパターンと前記基板とを同期させて相対的に走査しながら露光していることを特徴とする請求項10から17のいずれか1項記載の露光装置。

【請求項19】 前記酸化チタン膜の膜厚は10nm～100nmであることを特徴とする請求項10から18のいずれか1項記載の露光装置。

【請求項20】 請求項10から19のいずれか1項記載の露光装置を用いてレチクルと基板との位置合わせを行った後に、レチクル面上のパターンを基板面上に露光し、その後、該ウエハを現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【請求項21】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板面上に投影し露光する投影露光装置において、該投影露光装置を構成する一部の部材の表面に酸化チタン膜を設けていることを特徴とする投影露光装置。

【請求項22】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板面上に投影し露光する投影露光装置において、該光源から該基板面に至る光路中に設けた複数の光学部材のうちの少なくとも一部の光学部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特

微とする投影露光装置。

【請求項23】 光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板面上に投影し露光する投影露光装置において、該光源から該基板面に至る光路中に設けた光学部材を保持する保持部材のうちの少なくとも一部の保持部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴とする投影露光装置。

【請求項24】 前記光源は紫外光を放射しており、前記酸化チタン膜の該紫外光の吸収によって生ずる光導電及び光触媒作用等の光半導体としての作用により該酸化チタン膜を設けた部材表面に塵や埃そして空気中の有害物質等が付着し汚染されるのを防止していることを特徴とする請求項21、22又は23の投影露光装置。

【請求項25】 前記一部の部材は絞り、シャッター、鏡筒部材のうちの少なくとも1つであることを特徴とする請求項9の投影露光装置。

【請求項26】 前記光学部材は、レンズ、ミラー、プリズム、フィルター、拡散板、回折光学素子、オプティカルインテグレート、のうちの少なくとも一部であることを特徴とする請求項22の投影露光装置。

【請求項27】 前記光学部材は回折光学素子を利用した回折光学レンズ、又はミラーであることを特徴とする請求項22の投影露光装置。

【請求項28】 前記酸化チタン膜は前記光学部材の表面のうち光が通過する領域のうちの一部の領域に設けられていることを特徴とする請求項22の投影露光装置。

【請求項29】 前記被照射面上のパターンと前記基板とを前記投影光学系の結像倍率に対応させた速度比で同期させて相対的に走査しながら投影露光していることを特徴とする請求項21から28のいずれか1項記載の投影露光装置。

【請求項30】 前記酸化チタン膜の膜厚は10nm～100nmであることを特徴とする請求項21から29のいずれか1項記載の投影露光装置。

【請求項31】 請求項21から30のいずれか1項記載の投影露光装置を用いてレチクルと基板との位置合わせを行った後に、レチクル面上のパターンを基板面上に投影露光し、その後、該ウエハを現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は露光装置及びデバイスの製造方法に関し、特に投影、露光装置を構成する光学部材の一部やそれを保持する保持部材の一部に酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)の薄膜を設けることにより、露光光として遠紫外光を用いて長期間使用しても、それらの各部材の表面に塵や埃、そして空気中の有害物質等が付着して汚染されることを効果的に防止した、例えばIC、L

SI等の半導体デバイス、液晶デバイス、CCD等の撮像デバイス、磁気ヘッド等のデバイスを製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造におけるホトリソグラフィーでは高集積度のデバイスの製造を目的として、使用される露光光が、可視光領域からより短波長の紫外領域に移行した。特に最近のホトリソグラフィーにおいては、使用する光源が水銀灯からエキシマレーザー等のレーザー光線に変わっている。この他、最近のリソグラフィーにおいては投影露光される環境も大気雰囲気から非酸素系、例えば、窒素雰囲気、減圧、真空雰囲気へと変化している。又、使用するレジストも酸触媒を用いた化学増幅型レジストに移行してきている。又、ステッパー等の縮小型の投影露光装置に用いる光学系を構成する光学素子、レンズ、ミラー等の光学材料(光学部材)製造装置、そしてプロセス等に要求される仕様も最近、大きく変化してきている。これらの変化は、もともと半導体デバイスのデザインルールがより微細な方向へ移行したことに伴う変革が1つの原因となっている。この他、原理的な必然性として、例えば露光プロセスにおける露光光と空気中の物質の光化学反応や露光光と光学部材との光化学反応等により、光学部材に塵や埃、そして物質等が付着し、光学部材が汚染されるのを防止することが1つの原因となっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ホトリソグラフィーにおいて光学部材が塵や埃等で汚染されると、光学特性が変化し、高集積度のデバイスを製造する際に大きな問題となってくる。光学部材の汚染は半導体デバイスの製造に用いるステッパーでは特に大きな問題であるが、その他の用途に用いられている各種の光学系、例えばスチールカメラ用のレンズ系、ビデオカメラ用のレンズ系、望遠鏡のレンズ系、顕微鏡及び測定器機種のレンズ、ミラー、プリズム、回折格子等でも同様に大きな問題となってくる。

【0004】従来より光学部材に有害物が付着するのをどのように防止するかが高性能の光学系を得る際の1つの課題となっている。

【0005】特に最近のホトリソグラフィーにおいて、このところ問題として浮かび上がってきていることに、クリーンルーム内の化学的汚染がある。これらの化学的汚染はレジストの光反応による分解生成物質や、塗工、現像、ベーク、洗浄等のプロセス上からくる放散物質、そして接着剤、壁材に起因する揮発物質が原因となっている。これらの物質はかなりの濃度で大気中に浮遊存在することになる。これはクリーンルームがもともと防塵を目的に造られて来っており、化学的な配慮はなされてこなかったことが1つの原因となっている。最近の半導体デバイスの製造関係の報告によると、KrF、ArFな

どのエキシマレーザー、ディープUV光等を露光光として長時間露光を行った後のレンズ、ミラー、プリズム等の光学素子の表面は、多く汚染され、このときの表面の付着物により光の透過率及び反射率が大きく低下することが指摘されている。一般に、これらの付着物は形状、組成が一樣でなく環境によりある傾向が見られるものはっきりした付着の原因は不明である。このことは、単純な光化学反応ではなく分解、再結合、多次反応、堆積、結晶化等が複雑に作用しているものと推測される。

【0006】光学部材の表面が平滑であれば、分解掃除や拭き洗浄等により汚染を除去することができる。しかしながら複雑な形状の曲面、非球面、回折光学素子、凹凸面等ではその表面に付着した塵や埃等を完全に除去することが難しい。

【0007】本発明は、レンズ、ミラー、プリズム等の光学素子（光学部材）やこれらの光学素子を保持する保持部材、そして光学部材を収納する鏡筒そして絞り、シャッター等の表面に塵や埃、そして空気中の有害物質が付着するのを防止し、又、堆積するのを防止し、長期間の使用に際しても、光学性能が低下しなく、常に良好な状態で使用することができる、特に、デバイスの製造に好適な露光装置及びそれをを用いたデバイスの製造方法の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の照明装置は（1-1）光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明する照明装置において、該照明系を構成する一部の部材の表面に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0009】（1-2）光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明する照明装置において、該光源から該被照射面に至る光路中に設けた複数の光学部材のうちの少なくとも一部の光学部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0010】（1-3）光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明する照明装置において、該光源から該被照射面に至る光路中に設けた光学部材を保持する保持部材のうちの少なくとも一部の保持部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0011】この他、構成（1-1）又は（1-2）又は（1-3）において

（1-3-1）前記光源は紫外光を放射しており、前記酸化チタン膜の該紫外光の吸収によって生ずる光導電及び光触媒作用等の光半導体としての作用により該酸化チタン膜を設けた部材表面に塵や埃そして空気中の有害物質等が付着し汚染されるのを防止していること。

【0012】（1-3-2）前記一部の部材は絞り、シャッター、鏡筒部材のうちの少なくとも1つであるこ

と。

【0013】（1-3-3）前記部材は、レンズ、ミラー、プリズム、フィルター、拡散板、回折光学素子、オプティカルインテグレータ、のうちの少なくとも一部であること。

【0014】（1-3-4）前記光学部材は回折光学素子を利用した回折光学レンズ、又はミラーであること。

【0015】（1-3-5）前記酸化チタン膜は前記光学部材の表面のうち光が通過する領域のうちの一部の領域に設けられていること。

【0016】（1-3-6）前記酸化チタン膜の膜厚は10nm～100nmであること等を特徴としている。

【0017】本発明の露光装置は

（2-1）光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを基板面上に露光する露光装置において、該露光装置を構成する一部の部材の表面に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0018】（2-2）光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを基板面上に露光する露光装置において、該光源から該基板面に至る光路中に設けた複数の光学部材のうちの少なくとも一部の光学部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0019】（2-3）光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを基板面上に露光する露光装置において、該光源から該基板面に至る光路中に設けた光学部材を保持する保持部材のうちの少なくとも一部の保持部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0020】この他、構成（2-1）又は（2-2）又は（2-3）において

（2-3-1）前記光源は紫外光を放射しており、前記酸化チタン膜の該紫外光の吸収によって生ずる光導電及び光触媒作用等の光半導体としての作用により該酸化チタン膜を設けた部材表面に塵や埃そして空気中の有害物質等が付着し汚染されるのを防止していること。

【0021】（2-3-2）前記一部の部材は絞り、シャッター、鏡筒部材のうちの少なくとも1つであること。

【0022】（2-3-3）前記光学部材は、レンズ、ミラー、プリズム、フィルター、拡散板、回折光学素子、オプティカルインテグレータ、のうちの少なくとも一部であること。

【0023】（2-3-4）前記光学部材は回折光学素子を利用した回折光学レンズ、又はミラーであること。

【0024】（2-3-5）前記酸化チタン膜は前記光学部材の表面のうち光が通過する領域のうちの一部の領域に設けられていること。

【0025】(2-3-6)前記被照射面上のパターンと前記基板とを同期させて相対的に走査しながら露光していること。

【0026】(2-3-7)前記酸化チタン膜の膜厚は10nm~100nmであること等を特徴としている。

【0027】本発明のデバイスの製造方法は、(3-1)構成(2-1)~(2-3)の露光装置を用いてレチクル面上のパターンを基板面上に露光した後、該ウエハを現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴としている。

【0028】本発明の投影露光装置は(4-1)光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板面上に投影し露光する投影露光装置において、該投影露光装置を構成する一部の部材の表面に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0029】(4-2)光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板面上に投影し露光する投影露光装置において、該光源から該基板面に至る光路中に設けた複数の光学部材のうちの少なくとも一部の光学部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0030】(4-3)光源から放射した光束で照明系を介して被照射面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板面上に投影し露光する投影露光装置において、該光源から該基板面に至る光路中に設けた光学部材を保持する保持部材のうちの少なくとも一部の保持部材の表面上の少なくとも一領域に酸化チタン膜を設けていることを特徴としている。

【0031】この他、構成(4-1)又は(4-2)又は(4-3)において

(4-3-1)前記光源は紫外光を放射しており、前記酸化チタン膜の該紫外光の吸収によって生ずる光導電及び光触媒作用等の光半導体としての作用により該酸化チタン膜を設けた部材表面に塵や埃そして空気中の有害物質等が付着し汚染されるのを防止していること。

【0032】(4-3-2)前記一部の部材は絞り、シャッター、鏡筒部材のうちの少なくとも1つであること。

【0033】(4-3-3)前記光学部材は、レンズ、ミラー、プリズム、フィルター、拡散板、回折光学素子、オプティカルインテグレータ、のうちの少なくとも一部であること。

【0034】(4-3-4)前記光学部材は回折光学素子を利用した回折光学レンズ、又はミラーであること。

【0035】(4-4-5)前記酸化チタン膜は前記光学部材の表面のうち光が通過する領域のうちの一部の領域に設けられていること。

【0036】(4-4-6)前記被照射面上のパターン

と前記基板とを前記投影光学系の結像倍率に対応させた速度比で同期させて相対的に走査しながら投影露光していること。

【0037】(4-4-7)前記酸化チタン膜の膜厚は10nm~100nmであること等を特徴としている。

【0038】本発明のデバイスの製造方法は(5-1)構成(4-1)~(4-3)の投影露光装置を用いてレチクルと基板との位置合わせを行った後に、レチクル面上のパターンを基板面上に投影露光し、その後、該基板を現像処理工程を介してデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【0039】

【発明の実施の形態】図1は本発明の投影露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法のシステムを示す実施形態1の要部概略図である。

【0040】本実施形態はレチクルやフォトマスク等に設けた回路パターンをウエハ(感光基板、第2物体)上に焼きつけて半導体デバイスを製造するものである。システムは大まかに投影露光装置、マスクの収納装置、原板の検査装置、コントローラとを有し、これらはクリーンルームに配置されている。

【0041】同図において1は光源であるKrF、ArF等のエキシマレーザーであり、紫外、遠紫外光を放射している。尚、エキシマレーザーの代わりに高圧水銀灯(i線光)を用いても良い。2はユニット化された照明系であり、これらによって露光位置E、P.にセットされたレチクル(マスク、第1物体)3を上部から所定のNA(開口数)で照明している。4は投影光学系(投影レンズ)であり、レチクル3上に形成された回路パターン(物体)をシリコン基板等のウエハ5上に縮小投影して焼付けしている。6はアライメント系であり、露光動作に先立ってレチクル3とウエハ5とを位置合わせする。アライメント系6はレチクル観察用顕微鏡系を有している。7はウエハステージである。以上の各部材1~6によって投影露光装置を構成している。

【0042】8はマスクの収納装置であり、内部に複数のマスクを収納している。9はマスク上の異物の有無を検出する検査装置である。この検査装置9は選択されたマスクが収納装置8から引き出されて露光位置E、P.にセットされる前にマスク上の異物検査を行っている。

【0043】コントローラ10はシステム全体のシーケンスを制御しており、収納装置8、検査装置9の動作指令、並びに投影露光装置の基本動作であるアライメント・露光・ウエハのステップ送り等のシーケンスを制御している。

【0044】尚、本実施形態における投影露光装置はステップアンドリピート方式やステップアンドスキャン方式を用いている。ステップアンドスキャン方式のときはレチクル3とウエハ5とを該投影光学系4の投影倍率に対応させた速度比で同期させて相対的に走査させながら

走査投影露光している。

【0045】又、本実施形態において、投影露光装置の代わりに、投影レンズを用いないで露光するプロキシミティ露光等の露光装置においても同様に適用することができる。

【0046】本実施形態において、照明系2、投影光学系4、検査装置9、そしてアライメント系6等にはレンズ、ミラー、プリズム、回折光学素子（バイナリーオプティクス素子、BO素子）等の各種の光学部材（光学素子）を用いている。

【0047】そして、これらの光学部材の一部の表面やこれらを保持する保持部材の表面の一部に、又鏡筒を構成する表面の一部に後述する酸化チタン（ $TiO_2$ ）の薄膜を設けている。これにより、半導体デバイスの製造を長期間行ってもこれらの各部材の表面に塵や埃そして空気中の有害物質等が付着し、汚染されるのを効果的に防止している。

【0048】本実施形態において用いている酸化チタンは紫外光線、特に遠紫外光線を吸収して光半導体としての効果を発揮する。光半導体としての効果の代表的な作用は導電化による耐電防止作用、光触媒としての分解作用、水に対する接触角の低減、抗菌作用等がある。酸化チタンは光学特性としては高い屈折率を有している。又、紫外域に吸収があるので、光学作用面に設けるときはあまり厚くすることができない。

【0049】 $TiO_2$  膜を光学部材の表面に蒸着するとき、せいぜい100nm程度である。レーザー光線のような強力な光線にさらされる条件では10nm程度の膜厚でも十分に光半導体としての効果が発揮できる。この為、本実施形態においては、 $TiO_2$  膜の膜厚を10nm～100nmとしている。本実施形態において、光学的な特性の損失が問題となる場合には光学素子単位の周辺に部分的に酸化チタン膜を設け、これにより目的を達成している。

【0050】本実施形態において、各部材の表面への酸化チタン膜の成膜方法としては蒸着法とアルキルチタネートを予めコートした後、加熱による加水分解により形成する方法を適用している。

【0051】次に本実施形態において、各装置を構成する光学部材や保持部材等の表面に $TiO_2$  処理を施した代表的な実施例について順次説明する。

【0052】（実施例1）石英の硝材を用いて作成されたKrF用のステッパー（縮小露光焼付装置）用の投影光学系を構成する一部のレンズのレンズ表面に抵抗加熱蒸着装置を用いて $TiO_2$  膜を10nm蒸着した。適用したレンズは全体のレンズ構成枚数約20枚中の一枚である。

【0053】従来の $TiO_2$  膜を用いていない装置では6か月程度の使用で投影光学系を構成する各レンズの表面に付着物が認められている。本実施形態では投影光学

系を構成する各レンズのうちの1枚のレンズのみに $TiO_2$  処理を施した。

【0054】そして6か月の定常の業務での使用を経た後の該レンズの表面の検査に於ては、 $TiO_2$  処理を施したレンズの表面は付着物質が極めて少なく、デバイス製造用の投影光学系として許容できる範囲内であった。特筆すべきことはこのレンズの両側に位置するレンズの片面の付着物量が極めて少ないことで、このことは周りの雰囲気気の改善に効果があることを示している。

10 【0055】図2はステッパー用の投影光学系を構成している複数のレンズのうちの一部のレンズの模式図である。同図においてL1は $TiO_2$  膜を処理を施したレンズである。L2、L3は $TiO_2$  を施さないレンズである。

【0056】（実施例2）蛍石の硝料を用いて作成されたKrF用のステッパー（縮小露光焼付装置）用の投影光学系を構成する一部のレンズのレンズ周辺表面にスパッター蒸着装置を用いて $TiO_2$  膜を20nm蒸着した。適用したレンズは全体のレンズ構成枚数約20枚中の一枚である。

20 【0057】従来の $TiO_2$  膜を用いていない装置では6か月程度の使用で投影光学系を構成する各レンズの表面に付着物が認められている。本実施形態では投影光学系を構成する一枚のレンズのみに $TiO_2$  処理を施した。

【0058】数か月の使用後であっても、 $TiO_2$  処理を施したレンズの表面は付着物質が極めて少なく、デバイス製造用の投影光学系として許容できる範囲内であった。特筆すべきことはこのレンズの両側（前後）に位置するレンズの片面の付着物量が極めて少ないことで、このことは回りの雰囲気気の改善に効果があることを示している。

30 【0059】図3は投影光学系を構成して複数のレンズのうちの一部のレンズの模式図である。同図においては中央のレンズL1レンズ周辺に $TiO_2$  膜を設けた場合を示している。L2、L3は $TiO_2$  を施さないレンズである。

【0060】（実施例3）ステッパーの照明系に使用している光学部材のうち、反射ミラーの表面にディッピング法を用いて $TiO_2$  膜を20nm形成した。これはアルキルチタネートのブタノール溶液を引き上げ法を用いて、反射ミラー両面に塗工した後、約350℃の熱処理を施し加水分解により形成した。

【0061】6か月の使用後の反射ミラーの表面の汚れ検査では従来に比較して格段に汚れ（付着）が少なく効果が確認された。光軸をはずれたミラー周辺への設置も同様に効果が見られた。これは $TiO_2$  膜が雰囲気気の改善に効果があることを示している。

50 【0062】（実施例4）実施例1から3の方法、即ち蒸着法、ディッピング法等でステッパーの光学系の各部



材を支持している鏡筒内部の支持具の表面、遮光板、絞り板、シャッター板などの表面を処理して $TiO_2$ 膜を形成した。

【0063】6か月の実施の結果、それらの表面の汚れを検査し従来の $TiO_2$ 膜を用いない場合と比較したところ、 $TiO_2$ 膜を設けたレンズ及び光学素子表面の汚れによる光透過率の損失は極めて少なかった。

【0064】図4は投影光学系を構成する一部のレンズのうちのレンズL3を保持する保持枠LPの一部に $TiO_2$ 膜を施した場合を示している。この保持枠LP上の $TiO_2$ 膜にはレンズ面からの反射光(紫外線)が入射して、 $TiO_2$ が紫外線を吸収して光半導体としての作用をする。

【0065】このように光が通過しない部材は、光散乱等によって光が入射し、これによって $TiO_2$ が紫外線を吸収して光半導体としての作用をする。

【0066】(実施例5)実施例1から3の方法、即ち蒸着法、ディッピング法等でプリズム、バイナリー光学素子、回折格子、偏光板、拡散板、ハエノメレンズ等の表面に $TiO_2$ 膜を設けた。エキシマレーザー等の遠紫外光線の使用の下で、従来に比べて汚染が極めて小であった。

【0067】(実施例6)実施例1から5の方法で表面に $TiO_2$ 膜を設けた光学レンズ、光学素子、鏡筒部品から構成された光学系からなるArFエキシマ及びKrFエキシマ用のステッパーを用いて半導体デバイスの製造を行った。規定のウエハプロセスに使用して6か月経過後に各レンズの透過率及び汚染の状況を検査したところ透過率の低下及び汚染の状況は僅かで、許容できる範囲であった。

【0068】又、 $TiO_2$ 膜を用いたことによる露光光の吸収による光損失(透過率の低下)は従来の値に比べて十分の1以下であり充分にその効果が確認できた。

【0069】(実施例7)石英の硝材を用いて作成されたKrF用のステッパー(縮小露光焼付装置)用の投影光学系を構成する部材のうちBOレンズ(回折光学素子)表面に抵抗加熱蒸着装置を用いて $TiO_2$ 膜を10nm蒸着した。適用したBOレンズは全体の光学部材の構成枚数約20枚中の一枚である。

【0070】従来の $TiO_2$ 膜を用いない装置では6か月程度の使用で投影光学系を構成する各レンズの表面に付着物が認められている。本実施形態では投影光学系を構成する各部材のなかの1枚のBOレンズのみに $TiO_2$ 処理を施した。

【0071】そして6か月の定常の業務での使用を経た後の検査に於ては、 $TiO_2$ 処理を施したBOレンズの表面は付着物質が極めて少なく、デバイス製造用の投影光学系として許容できる範囲内であった。特筆すべきことはBOレンズの両側に位置するレンズの片面の付着物量が極めて少ないことで、このことは回りの雰囲気

善に効果があることを示している。

【0072】図5はステッパー用の投影光学系を構成している複数の光学部材のうち一部分の模式図である。同図においてL1は $TiO_2$ 膜を施したBOレンズである。L2、L3は $TiO_2$ 膜を施さないレンズである。BOはバイナリー面を示している。

【0073】(実施例8)蛍石の硝料を用いて作成されたArF用のステッパー(縮小露光焼付装置)用の投影光学系を構成する部材のうちBOレンズ表面にスパッタ蒸着装置を用いて $TiO_2$ 膜を20nm蒸着した。適用したBOレンズは全体の光学部材の構成枚数約20枚中の一枚である。

【0074】図6はBOレンズの表面に施されている回折光学素子単位の模式図である。斜め蒸着で壁面に $TiO_2$ 膜を堆積した後、上方向からドライエッチング装置を用いて面上の $TiO_2$ 膜を除去、壁面のみに $TiO_2$ 膜を形成した。この場合、全面に $TiO_2$ 膜を設けたのに比べて光の損失が小さく良好な性能を示した。

【0075】従来は6か月程度の使用でレンズの表面に付着物が認められていたが、 $TiO_2$ 処理を施したBOレンズの表面は付着物質が極めて少なく、許容できる範囲内であった。特筆すべきことはこのBOレンズの両側に位置するレンズの片面の付着物量が極めて少ないことで、このことは回りの雰囲気

の改善に効果があることを示している。

【0076】同図において、11はBO基板、12は8段のバイナリーの回折光学素子、tは $TiO_2$ 膜である。

【0077】(実施例9)ステッパーの照明系に使用している光学部材のうちのBO素子の表面にディッピング法を用いて $TiO_2$ 膜を10nm形成した。これはアルキルチタネートのブタノール溶液を引き上げ法を用いて、BO素子両面に塗工した後、約350℃の熱処理を施し加水分解により形成したものである。更にドライエッチング装置を用いて上面からエッチングしてBO素子の段側面に $TiO_2$ 膜を形成した。裏面にも同時に $TiO_2$ 膜を形成した。

【0078】6か月の使用後のBO素子の表面の汚れの検査では従来に比較して格段に汚れ(付着)が少なく効果が確認された。

【0079】図7は本実施例のBO素子の要部概略図である。図中、21はミラー基板、22はバイナリーの回折光学素子、tは、 $TiO_2$ 膜である。

【0080】(実施例10)実施例7から9の方法、即ち蒸着法、ディッピング法等でステッパーの光学系の各部材のうちの一部に $TiO_2$ 膜を設け、更に光学部材を支持している鏡筒内部の支持具の表面、遮光板、絞り板等の表面を処理して $TiO_2$ 膜を形成した。

【0081】6か月の実施の結果、これらの表面の汚れを検査してみたところ従来の $TiO_2$ 膜を用いない場合

と比較して、レンズ及び光学素子表面の汚れによる光透過率の損失は極めて少なかった。

【0082】以下、本システムを用いたデバイスの製造方法の実施形態を説明する。

【0083】図8は本発明のデバイス（ICやLSI等のチップ、或は液晶パネルやCCD等）の製造方法のフローチャートである。これについて説明する。

【0084】ステップ1（回路設計）ではデバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0085】一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

【0086】ステップ4（ウエハプロセス）は前行程と呼ばれ、前記用意したマスク（レチクル）3とウエハ7と本発明の投影レンズを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組立）は後行程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いてチップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。

【0087】ステップ6（検査）ではステップ5で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経てデバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0088】図9は上記ウエハプロセスの詳細なフローチャートである。

【0089】ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0090】ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では本発明の投影レンズ909によってレチクルの回路パターンをウエハに投影露光する。

【0091】ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

【0092】これらのステップを繰り返し行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0093】本実施形態の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度のデバイスを容易に製造することができる。

【0094】

【発明の効果】本発明によれば以上のように酸化チタン（ $TiO_2$ ）の薄膜を適切に用いることにより、

（イ） レンズ、ミラー、プリズム等の光学素子（光学部材）や光学部材を保持する保持部材、そして光学部材を収納する筐体等の表面に塵や埃、そして空気中の有害な物質が付着するのを防止し、又、堆積するのを防止し、長期間の使用に際しても、光学性能が低下しなく、常に良好なる状態で使用することができる、特に、半導体デバイスの製造に好適な露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を達成することができる。

【0095】（ロ） 紫外、特に遠紫外光線に適用する光学素子、光学系、ステッパ等の半導体製造装置、測定機器等の汚染に伴う性能低下を防止できる。結果としてメンテナンスフリー、生産性の向上に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の露光装置を用いた半導体デバイスの製造システムの要部概略図

【図2】 本発明の露光装置を構成する一部材の表面に $TiO_2$ を設けた実施例1の説明図

【図3】 本発明の露光装置を構成する一部材の表面に $TiO_2$ を設けた実施例2の説明図

【図4】 本発明の露光装置を構成する一部材の表面に $TiO_2$ を設けた実施例4の説明図

【図5】 本発明の露光装置を構成する一部材の表面に $TiO_2$ を設けた実施例7の説明図

【図6】 本発明の露光装置を構成するBOレンズの表面に $TiO_2$ を設けた実施例8の説明図

【図7】 本発明の露光装置を構成するBOレンズの表面に $TiO_2$ を設けた実施例9の説明図

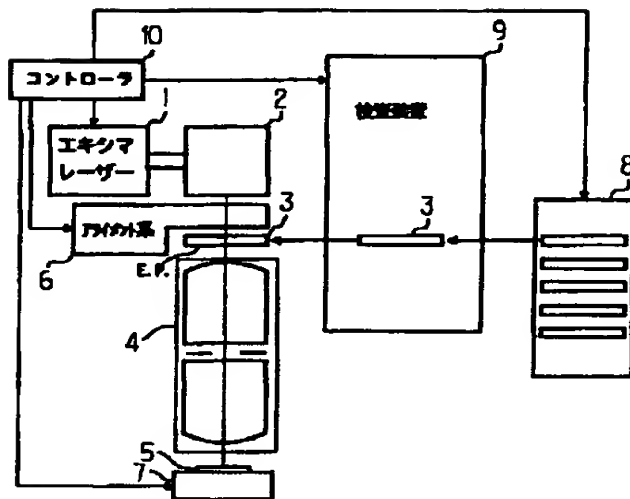
【図8】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図9】 ウエハプロセスの詳細なフローチャート

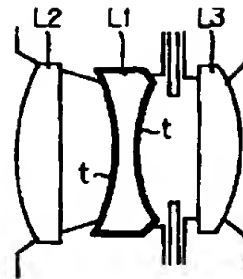
【符号の説明】

- |          |            |
|----------|------------|
| 1        | 光源         |
| 2        | 照明光学系      |
| 3        | レチクル（第1物体） |
| 4        | 投影光学系      |
| 5        | ウエハ（第2物体）  |
| 6        | アライメント系    |
| 7        | ウエハステージ    |
| 8        | 収納装置       |
| 9        | 検査装置       |
| 10       | コントローラ     |
| L1、L2、L3 | レンズ        |
| t、t'     | $TiO_2$ 膜  |
| LP       | 保持部材       |

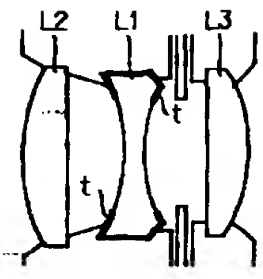
【図1】



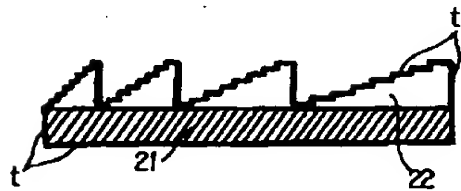
【図2】



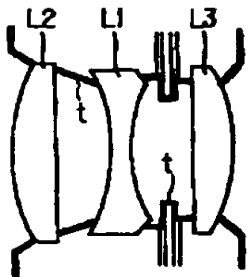
【図3】



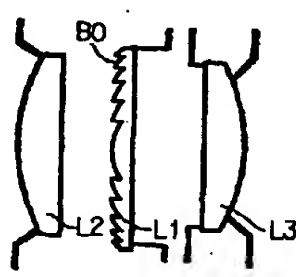
【図7】



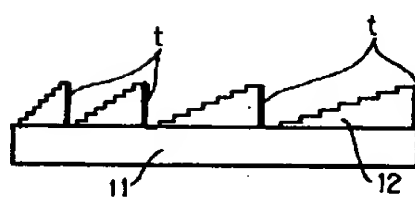
【図4】



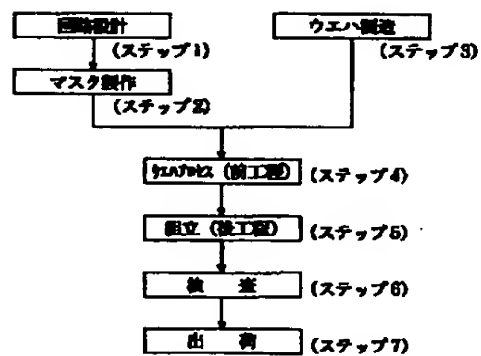
【図5】



【図6】



【図8】



【図9】

